

**PENGARUH MOLASE TERHADAP AKTIVITAS ANTAGONISTIK
Trichoderma sp. DALAM MENGENDALIKAN *Fusarium* sp.
SECARA *IN VITRO***

(Skripsi)

Oleh

**Farchiyata Zahro
1954191007**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PENGARUH MOLASE TERHADAP AKTIVITAS ANTAGONISTIK *Trichoderma* sp. DALAM MENGENDALIKAN *Fusarium* sp. SECARA *IN VITRO*

Oleh

Farchiyata Zahro

Fusarium sp. merupakan patogen tular tanah yang dapat menyebabkan berbagai penyakit tanaman. Salah satu alternatif pengendalian yang ramah lingkungan adalah menggunakan jamur antagonis *Trichoderma* sp. Penambahan molase sebagai sumber karbon diduga dapat mempengaruhi pertumbuhan jamur dan aktivitas antagonistiknya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh molase terhadap pertumbuhan *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp., serta pengaruh beberapa konsentrasi molase terhadap kemampuan antagonistik *Trichoderma* sp. dalam menghambat *Fusarium* sp. secara *in vitro*. Penelitian dilakukan di laboratorium menggunakan dua percobaan, yaitu (1) pengaruh molase terhadap pertumbuhan *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp., serta (2) pengaruh kombinasi konsentrasi molase (0–5%) dan *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan *Fusarium* sp. Parameter yang diamati meliputi diameter koloni jamur dan persentase daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Fusarium* sp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan molase 3% tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan *Trichoderma* sp., namun cenderung menekan pertumbuhan *Fusarium* sp. Selain itu, variasi konsentrasi molase tidak memberikan pengaruh nyata terhadap daya hambat *Trichoderma* sp. terhadap *Fusarium* sp. Secara umum, molase tidak meningkatkan aktivitas antagonistik *Trichoderma* sp. terhadap *Fusarium* sp.

Kata kunci : antagonisme, *Fusarium* sp., molase, pengendalian hayati, *Trichoderma* sp.

ABSTRACT

EFFECT OF MOLASSES ON THE ANTAGONISTIC ACTIVITY OF *Trichoderma* sp. IN CONTROLLING *Fusarium* sp. *IN VITRO*

By

Farchiyata Zahro

Fusarium sp. is a soil-borne pathogen that can cause various diseases in plants. One environmentally friendly control alternative is the use of antagonistic fungi such as *Trichoderma* sp. The addition of molasses as a carbon source is suspected to influence fungal growth and its antagonistic activity. This study aimed to determine the effect of molasses on the growth of *Trichoderma* sp. and *Fusarium* sp., as well as the effect of several molasses concentrations on the antagonistic ability of *Trichoderma* sp. in inhibiting *Fusarium* sp. in vitro. The study was conducted in the laboratory through two experiments: (1) the effect of molasses on the growth of *Trichoderma* sp. and *Fusarium* sp., and (2) the effect of the combination of molasses concentrations (0–5%) and *Trichoderma* sp. on the growth of *Fusarium* sp. The observed parameters included fungal colony diameter and the percentage of inhibition of *Trichoderma* sp. against *Fusarium* sp. The results showed that the addition of 3% molasses had no significant effect on the growth of *Trichoderma* sp., but tended to suppress the growth of *Fusarium* sp. Furthermore, variations in molasses concentration did not significantly affect the inhibitory ability of *Trichoderma* sp. against *Fusarium* sp.

Keywords : antagonism, biological control, *Fusarium* sp., molasses, *Trichoderma* sp.

**PENGARUH MOLASE TERHADAP AKTIVITAS ANTAGONISTIK
Trichoderma sp. DALAM MENGENDALIKAN *Fusarium* sp.
SECARA *IN VITRO***

Oleh

Farchiyata Zahro

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar
SARJANA PERTANIAN**

pada

**Jurusan Proteksi Tanaman
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

Judul Skripsi

**: PENGARUH MOLASE TERHADAP
AKTIVITAS ANTAGONISTIK
Trichoderma sp. DALAM
MENGENDALIKAN *Fusarium* sp.
SECARA *IN VITRO***

Nama Mahasiswa

: Farchiyata Zahro

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1954191007

Jurusan

: Proteksi Tanaman

Fakultas

: Pertanian



1. Komisi Pembimbing

Titik Nur Aeny

Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc.
NIP. 196201071986032001

Rosma

Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc.
NIP. 195808281983032003

2. Ketua Jurusan Proteksi Tanaman

Tri Maryono

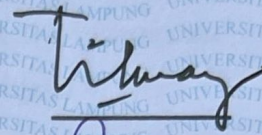
Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si.
NIP. 198002082005011002

MENGENAL

1. Tim Penguji

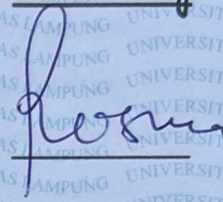
Ketua

: Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc.



Sekretaris

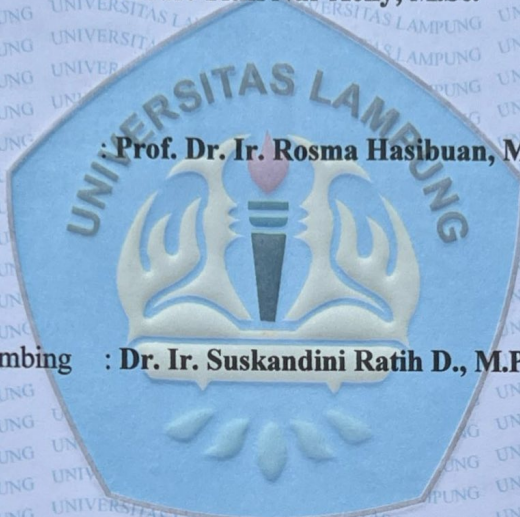
: Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc.



Penguji

Bukan pembimbing

: Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P.

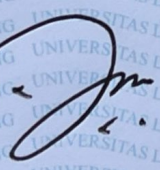


2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411181989021002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 17 April 2026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : **“Pengaruh Molase terhadap Aktivitas Antagonistik *Trichoderma* sp. dalam Mengendalikan *Fusarium* sp. Secara *In Vitro*”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 10 Juni 2026

Penulis



Farchiyata Zahro

NPM. 1954191007

RIWAYAT HIDUP

Penulis merupakan anak perempuan yang dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 23 Desember 2000, sebagai anak ketiga dari 3 bersaudara dari Bapak Ir. Marwanto, MMP. dan Ibu Umi Nuryani. Penulis memiliki 2 kakak laki-laki. Penulis memulai Pendidikan Anak Usia Dini pada tahun 2006, Sekolah Dasar pada tahun 2012 di SD Negeri 1 Karang Maritim, Kecamatan Panjang, Bandar Lampung. Penulis melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMP Kartika II-2 Bandar Lampung, dan lulus pada tahun 2015. Setelah itu penulis melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 10 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2019.

Pada tahun 2019, penulis kemudian melanjutkan studi ke tingkat perguruan tinggi di Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SMMPN). Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif mengikuti kegiatan Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA), Selain itu, penulis pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Klinik Tanaman pada tahun 2023. Pada tahun 2022 penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bakung Kecamatan Teluk Betung Barat, Kota Bandar Lampung. Dan Penulis juga pernah melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Pelatihan Pertanian Metro Utara, Kecamatan Metro Utara, Kota Metro pada tahun 2022.

Bismillahirrohmanirrohim

Dengan penuh rasa syukur dan bangga kupersembahkan karya ini kepada :

Kedua orang tuaku terimakasih Bapak Marwanto dan Ibu Umi Nuryani

Mamas, dan Mbakku tersayang Mas Wildan Nurma Putra, Mas NovRizal, Mbak Lizha Donna, dan Mbak Intan Elisa Bertha serta seluruh saudara-saudara terkasihku

*Untuk diriku, Farchiyata Zahro
Terima kasih diriku sendiri telah bertahan sekuat ini dengan penuh tangis,
harap, dan doa. Tata, you did it!*

*Sebagai tanda terima kasihku atas doa dan pengorbanan yang selalu
meringankan dan menegakkan langkah-langkahku*

Dan, untuk Almamaterku Tercinta

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya selama penyusunan skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PENGARUH MOLASE TERHADAP AKTIVITAS ANTAGONISTIK *Trichoderma sp.* DALAM MENGENDALIKAN *Fusarium sp.* SECARA *IN VITRO*”**. Skripsi ini telah penulis susun secara maksimal dengan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah menyediakan fasilitas kepada penulis untuk melakukan penelitian hingga selesai,
2. Dr. Tri Maryono, S.P., M.Si. selaku Ketua Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas ilmu, saran dan nasihat yang diberikan kepada penulis,
3. Dr. Ir. Titik Nur Aeny, M.Sc. selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan ide, bimbingan, doa, ilmu, saran, nasihat, bantuan dan perhatian dari awal penulis menjalankan penelitian hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini,
4. Prof. Dr. Ir. Rosma Hasibuan, M.Sc. selaku Pembimbing Kedua yang bersedia meluangkan waktu, tenaga, pikiran, serta selalu memberikan dorongan kepada penulis,
5. Dr. Ir. Suskandini Ratih D., M.P. selaku dosen pembahas dan sekaligus dosen PA yang telah memberikan motivasi, nasihat, dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik,

6. Orang tuaku tercinta, Bapak Marwanto dan Ibu Umi Nuryani yang selalu memberikan kasih sayang, cinta, doa yang tulus, perhatian, semangat, motivasi, dukungan, nasihat serta menjadi alasan utama penulis untuk tidak mudah menyerah,
7. Mamasku tersayang Mas Wildan Nurma Putra, Mas Novrizal yang selalu memberikan semangat, motivasi, nasihat, bantuan, saran, doa, serta kasih sayang,
8. Keluarga besarku tersayang atas dukungan, doa, dan semangat,
9. Seluruh Staf dan Dosen Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas ilmu dan waktu bimbingan yang telah diberikan dalam proses perkuliahan ini,
10. Sahabatku tersayang, Rika Septiani, Nova Arsita, dan Rekha Putri yang selalu memberikan perhatian, mendengarkan cerita, memberi dukungan, semangat, dan doa kepada penulis selama mengerjakan skripsi,
11. Teman-teman kelas Proteksi Tanaman angkatan 2019, terima kasih atas kisah kebersamaan selama diperkuliahan,
12. Teman-teman seperjuanganku (Sari Kanitawati, Adella Safitri, Aesah, Anggun Oktaviana, Carissa Vania Rimam Pramesti, Bella Zahara, dan Bintang Destian) atas doa, dukungan, hiburan dan selalu memberikan semangat kepada penulis selama ini, dan
13. Adik-adik di Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna, akan tetapi semoga nantinya skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, Juni 2026

Farchiyata Zahro

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran	3
1.4 Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Jamur <i>Trichoderma</i> sp.....	5
2.2 Ekologi Jamur <i>Trichoderma</i> sp.	6
2.3 Peran Jamur <i>Trichoderma</i> sp. sebagai Agen Pengendali Hayati.....	7
2.4 Jamur <i>Fusarium</i> sp.	8
2.5 Molase	8
III. BAHAN DAN METODE	10
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Pelaksanaan Penelitian	10
3.3.1 Persiapan Penelitian	10
3.3.1.1 Sterilisasi Alat dan Bahan	10
3.3.1.2 Pembuatan Media PDA	11
3.3.1.3 Isolasi dan Peremajaan Isolat <i>Trichoderma</i> sp.	11

3.3.1.4 Peremejaan Isolat Jamur <i>Fusarium</i> sp.	12
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	12
3.3.2.1 Pengaruh Molase terhadap <i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Fusarium</i> sp.	12
3.3.2.1.1 Uji Pertumbuhan Koloni Jamur <i>Trichoderma</i> sp. dan <i>Fusarium</i> sp.....	12
3.3.2.2 Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Molase dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp.	13
3.3.2.2.1 Pembuatan Konsentrasi Molase	13
3.3.2.2.2 Uji Antagonis <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp.	13
3.4 Analisis Data	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Hasil.....	16
4.1.1 Pengaruh Molase terhadap Pertumbuhan <i>Trichoderma</i> sp.	16
4.1.2 Pengaruh Molase terhadap Pertumbuhan <i>Fusarium</i> sp.....	17
4.1.3 Pengaruh Kombinasi Molase dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp.	18
4.2 Pembahasan	19
4.2.1 Pengaruh Molase terhadap Pertumbuhan <i>Trichoderma</i> sp.	19
4.2.2 Pengaruh Molase terhadap Pertumbuhan <i>Fusarium</i> sp.	20
4.2.3 Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Molase dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap Pertumbuhan <i>Fusarium</i> sp.....	21
V. SIMPULAN DAN SARAN	23
5.1 Simpulan	23
5.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	26

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rata-rata diameter koloni <i>Trichoderma</i> sp. (cm).....	16
2. Rata-rata diameter koloni <i>Fusarium</i> sp. (cm)	18
3. Pengaruh konsentrasi molase dan <i>Trichoderma</i> sp. terhadap penghambatan <i>Fusarium</i> sp.	19
4. Data pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Trichoderma</i> sp. 1 hsi	28
5. t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances <i>Trichoderma</i> sp. 1 hsi	28
6. Data pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Trichoderma</i> sp. 2 hsi	28
7. t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances <i>Trichoderma</i> sp. 2 hsi	28
8. Data pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Trichoderma</i> sp. 3 hsi	29
9. t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances <i>Trichoderma</i> sp. 3 hsi	29
10. Data pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Trichoderma</i> sp. 4 hsi	29
11. t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances <i>Trichoderma</i> sp. 4 hsi	29
12. Data pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Trichoderma</i> sp. 5 hsi	30
13. t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances <i>Trichoderma</i> sp. 5 hsi	30
14. Data pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Trichoderma</i> sp. 6 hsi	30
15. t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances <i>Trichoderma</i> sp. 6 hsi	30
16. Data pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Trichoderma</i> sp. 7 hsi	31
17. t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances <i>Trichoderma</i> sp. 7 hsi	31
18. Data pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Fusarium</i> sp. 1 hsi.....	31
19. t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances <i>Fusarium</i> sp. 1 hsi ...	31
20. Data pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Fusarium</i> sp. 2 hsi.....	32
21. t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances <i>Fusarium</i> sp. 2 hsi ...	32

22. Data pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Fusarium</i> sp. 3 hsi.....	32
23. t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances <i>Fusarium</i> sp. 3 hsi ...	32
24. Data pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Fusarium</i> sp. 4 hsi.....	33
25. t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances <i>Fusarium</i> sp. 4 hsi ...	33
26. Data pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Fusarium</i> sp. 5 hsi.....	33
27. t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances <i>Fusarium</i> sp. 5 hsi ...	33
28. Data pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Fusarium</i> sp. 6 hsi.....	34
29. t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances <i>Fusarium</i> sp. 6 hsi ...	34
30. Data pertumbuhan diameter koloni jamur <i>Fusarium</i> sp. 7 hsi.....	34
31. t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances <i>Fusarium</i> sp. 6 hsi ...	34
32. Persentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp. 1 hsi....	35
33. ANARA persentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp.	35
34. Persentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp. 2 hsi....	35
35. ANARA persentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp. 2 hsi	35
36. Persentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp. 3 hsi....	36
37. ANARA persentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp. 3 hsi	36
38. Persentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp. 4 hsi....	36
39. ANARA persentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp. 4 hsi	36
40. Persentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp. 5 hsi....	37
41. ANARA persentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp. 5 hsi	37
42. Persentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp. 6 hsi....	37
43. ANARA persentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp. 6 hsi	37
44. Persentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp. 7 hsi....	38
45. ANARA persentase daya hambat <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp. 7 hsi	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Cara pengukuran pertumbuhan diameter koloni jamur.....	13
2. Cara pengukuran uji antagonis <i>Trichoderma</i> sp. terhadap <i>Fusarium</i> sp. pada cawan petri	14
3. Pengaruh konsentrasi molase terhadap jamur <i>Trichoderma</i> sp.....	17
4. Pengaruh konsentrasi molase terhadap jamur <i>Fusarium</i> sp.	18

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Trichoderma sp. merupakan jamur yang banyak dijumpai hampir pada semua jenis tanah dan merupakan salah satu jenis jamur yang dapat dimanfaatkan sebagai agen hayati pengendali patogen tanaman. Menurut Dwiastuti dkk. (2015), jamur *Trichoderma* sp. dapat menghambat pertumbuhan jamur patogen *Colletotrichum capsici* dan *Fusarium* sp. Perbanyak *Trichoderma* sp. umumnya menggunakan limbah, seperti jerami padi atau gandum, limbah tebu (molase), bekatul, beras dan serbuk kayu (Miftah dan Adi, 2023).

Dalam perkembangannya ada dua teknologi untuk pengembangan agen pengendali hayati jenis jamur yaitu media cair dan media padat. Pengembangan media cair menggunakan media molase dan media padat menggunakan media beras, sekam, dedak, bekatul. Penggunaan molase sebagai bahan pembuat media cair telah banyak digunakan untuk memperbanyak bakteri seperti *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum* sp., *Acinetobacter* sp., dan *Penicillium* sp.

Molase merupakan hasil samping dari industri pengolahan gula dengan bentuk cair. Molase diketahui mengandung nutrisi yang cukup bagi pertumbuhan mikroorganisme. Menurut Kusmiati dkk. (2007), molase banyak dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dengan kandungan nutrisi atau zat gizi yang cukup baik, sehingga dijadikan bahan alternatif sebagai sumber karbon media fermentasi.

Atas dasar tersebut maka pemberian molase diindikasikan mampu memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan *Trichoderma* sp. Penambahan molase diduga dapat menjadi pemacu *Trichoderma* sp. untuk tumbuh dan berkembang sehingga kemampuan *Trichoderma* sp. sebagai antagonis juga semakin meningkat (Yulistia dkk., 2024). Sedangkan kandungan gula yang tinggi pada molase dapat meningkatkan tekanan osmotik media, sehingga menghambat penyerapan air dan nutrisi oleh hifa *Fusarium* sp. sehingga mempengaruhi pertumbuhan *Fusarium* sp. (Herlina dan Dwiastuti, 2021).

Menurut Abdul dkk. (2020), jamur *Trichoderma* sp. dikenal memiliki kemampuan antagonisme yang kuat terhadap berbagai jenis jamur patogen tanaman, termasuk untuk menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium* sp. Potensi *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma* sp. sebagai jamur antagonis bersifat preventif terhadap penyakit tanaman telah menjadikan jamur tersebut semakin luas digunakan oleh petani dalam usaha pengendalian organisme (Pardede, 2022). *Trichoderma* sp. mampu memarasit jamur patogen tanaman dan bersifat antagonis, karena memiliki kemampuan untuk mematikan atau menghambat pertumbuhan jamur lain. Selain kemampuan sebagai agen hayati, *Trichoderma* sp. juga banyak dimanfaatkan sebagai stimulator pertumbuhan tanaman.

Mekanisme antagonisme yang dilakukan *Trichoderma* sp. dalam menghambat pertumbuhan patogen antara lain kompetisi, parasitisme, antibiosis, dan lisis (Purwantisari dan Rini, 2009). Menurut Talanca (1998), mekanisme antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap jamur patogen dilakukan dengan mengeluarkan toksin berupa enzim β -1,3 glukukanase, kitinase, dan selulase yang dapat menghambat pertumbuhan bahkan dapat membunuh patogen. Sifat antagonis *Trichoderma* sp. dapat dimanfaatkan sebagai alternatif dalam pengendalian patogen yang bersifat ramah lingkungan.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui pengaruh molase terhadap pertumbuhan *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp., dan
2. Mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi molase yang dikombinasikan dengan *Trichoderma* sp. terhadap penghambatan jamur *Fusarium* sp.

1.3 Kerangka Pemikiran

Jamur *Trichoderma* sp. umumnya sebagai salah satu agen hayati yang dikenal secara luas dapat berperan sebagai biopestisida yang efektif melawan berbagai jenis patogen tanaman (Jiang *et al.*, 2016). Gusnawaty dkk. (2014) menyatakan *Trichoderma* sp. berperan sebagai agen hayati berdasarkan mekanisme antagonis yang dimilikinya, yaitu kemampuan menghambat pertumbuhan, dan perkecambahan spora jamur patogen tanaman. Yedidia *et al.* (1999), melaporkan *Trichoderma* sp. dalam merangsang ketahanan tanaman terhadap penyakit dengan cara memicu tanaman untuk menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat menghambat perkembangan patogen seperti peroksidase. Menurut Sreedevi *et al.* (2011), senyawa fenolik bersama dengan lignin mampu berperan untuk meningkatkan kekuatan mekanik dinding sel dan dapat menghambat infeksi dan menekan perkembangan jamur yang bersifat patogen bagi tanaman.

Hindersah dkk. (2015) melaporkan bahwa perkembangan *Trichoderma* sp. sebagai agen hayati dapat menggunakan media cair molase. Menurut Fifendy dkk. (2013), molase dengan kadar 20% merupakan kadar yang paling optimum bagi metabolisme mikroba. Jika gula (molase) terdapat pada media cukup maka mikroba juga akan mendapatkan nutrisi yang cukup untuk metabolismenya sehingga aktivitas bakteri dalam menghasilkan metabolit sekunder juga akan baik. Selain itu, molase telah digunakan sebagai substrat untuk memproduksi mikroorganisme melalui fermentasi cair, dan sebagai komponen pembawa formulasi antagonis jamur dan bakteri,

memberikan penggandaan dan kelangsungan hidup yang lebih besar dari agen biokontrol, termasuk *T. harzianum* (Hindersah dkk., 2015).

Pemberian molase dapat juga mempengaruhi pertumbuhan *Trichoderma* sp. Molase memiliki kandungan senyawa gula yang tinggi, berkisar antara 50-65%. Sebayang (2006), melaporkan bahwa tingginya kandungan gula pada molase membuat molase sering dijadikan tambahan sumber karbohidrat pada media pertumbuhan mikroorganisme. Oleh sebab itu, *Trichoderma* sp. yang dibiakan dengan media molase diduga mampu memberikan pertumbuhan yang baik bagi *Trichoderma* sp. dengan konsentrasi tertentu. Semakin baik pertumbuhan *Trichoderma* sp. diduga akan semakin baik pula kemampuannya sebagai agen hayati.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah diuraikan di atas, maka hipotesis pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh molase terhadap pertumbuhan *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp., dan
2. Terdapat perbedaan pengaruh penggunaan konsentrasi molase yang berbeda yang dikombinasikan dengan *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan jamur *Fusarium* sp.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jamur *Trichoderma* sp.

Jamur *Trichoderma* sp. merupakan mikroorganisme tanah bersifat saprofit yang secara alami menyerang jamur patogen dan bersifat menguntungkan bagi tanaman. *Trichoderma* sp. dapat juga digolongkan sebagai fungi endofit karena kemampuan hidupnya di dalam jaringan tanaman, baik secara mutualisme maupun komensalistik dengan inangnya. Mikroorganisme yang bersifat antagonis dapat menghambat aktivitas mikroorganisme lain yang berada ditempat yang berdekatan. Isolat *Trichoderma* sp. setelah patogen mati, menunjukkan bahwa fungi antagonis tumbuh terus menutupi permukaan koloni fungi patogen. Hal ini membuktikan bahwa fungi antagonis *Trichoderma* sp. dapat melakukan penekanan jumlah inokulum atau aktivitas patogen. Jamur ini dapat berkembang biak dengan cepat pada daerah perakaran tanaman, disamping sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agen hayati (Gusnawaty dkk., 2014).

Mekanisme yang dilakukan oleh agen antagonis *Trichoderma* sp. terhadap patogen adalah mikoparasit dan antibiosis. Jamur *Trichoderma* sp. juga memiliki beberapa kelebihan seperti mudah diisolasi, daya adaptasi luas, dapat tumbuh dengan cepat pada berbagai substrat, dan jamur ini juga memiliki kisaran mikoparasitisme yang luas dan tidak bersifat patogen pada tanaman. Mekanisme yang terjadi di dalam tanah oleh aktivitas *Trichoderma* sp. yaitu sebagai kompetitor yang baik untuk ruang maupun nutrisi (Arwiyanto, 2003).

Mekanisme *Trichoderma* sp. dalam menginduksi ketahanan tanaman yaitu *Trichoderma* sp. akan menembus epidermis dan permukaan korteks kemudian tanaman akan merespon dengan meningkatnya aktivitas enzim peroksidase, meningkatnya enzim kitinase dan meningkatnya selulosa yang terdeposit pada dinding sel. Selain di perakaran tanaman, peningkatan enzim-enzim tersebut juga terjadi di daun (Arwiyanto, 2003). *Trichoderma* sp. telah banyak dilaporkan mampu mengendalikan berbagai penyakit pada tanaman. Berlin dkk. (2013), melaporkan bahwa mekanisme antagonisme yang dimiliki oleh *Trichoderma* sp. berpotensi besar sebagai pengendali patogen tular tanah *Rigidoporus microporus* penyebab penyakit jamur akar putih.

2.2 Ekologi Jamur *Trichoderma* sp.

Jamur *Trichoderma* sp. bersifat kosmopolit dan terdapat pada semua jenis tanah serta habitat alami lainnya, terutama yang mengandung bahan organik. Jamur *Trichoderma* sp. merupakan kolonizer sekunder dan sering terdapat pada bahan organik yang telah terdekomposisi dengan baik. Jamur ini juga ditemukan pada permukaan akar bermacam-macam tumbuhan, pada kulit kayu yang busuk, terutama yang busuk terserang jamur, dan pada sklerotia atau propagul lain dari jamur lain (Papavizas, 1985).

Jamur *Trichoderma* sp. dapat hidup pada beberapa macam kondisi lingkungan. *Trichoderma hamatum* dan *T. pseudokoningii* dapat beradaptasi pada kondisi kelembaban tanah yang sangat tinggi, *T. viridae* dan *T. polysporum* terbatas pada daerah yang mempunyai suhu rendah. *T. harzianum* sangat umum ditemukan pada daerah yang beriklim panas, sedangkan *T. hamatum* dan *T. koningii* tersebar secara luas pada kondisi iklim yang bermacam-macam. Kondisi kering di dalam tanah yang terjadi pada waktu yang lama mengakibatkan populasi Jamur *Trichoderma* sp. menurun (Rifa'i, 1969).

2.3 Peran Jamur *Trichoderma* sp. sebagai Agen Pengendali Hayati

Pengendalian hayati merupakan usaha pengurangan inokulum atau aktivitas penyakit yang dihasilkan patogen atau parasit yang dorman atau yang aktif oleh satu atau beberapa organisme yang berlangsung secara alamiah atau melalui manipulasi lingkungan, inang, antagonis atau dengan mengintroduksi sejumlah besar inokulum satu macam jasad renik atau lebih. Adapun sasaran pengendalian hayati adalah mengurangi daya bertahan hidup patogen, menghambat pertumbuhan miselium dan penyebarannya. Pengurangan infeksi pada tanaman inang dan beratnya serangan penyakit (Cook dan Baker, 1983).

Keuntungan penggunaan usaha pengendalian hayati adalah tidak mencemari lingkungan, tidak berbahaya bagi manusia dan hewan dan dapat mengendalikan beberapa patogen sekaligus. Salah satu mikroorganisme antagonis yang berpotensi untuk digunakan sebagai pengendali hayati adalah jamur *Trichoderma* sp. Jamur ini telah diketahui dapat digunakan untuk mengendalikan patogen-patogen tanah dan beberapa patogen udara. Jamur *Trichoderma* sp. berpotensi sebagai antagonis patogen tanaman karena mempunyai kemampuan untuk memproduksi antibiotik dan sebagai kompetitor nutrisi serta dapat bertindak sebagai mikoparasit (Papavizas, 1985).

Mekanisme pengendalian hayati oleh jamur *Trichoderma* sp. bersifat mikoparasitik dan kompetitor yang aktif terhadap patogen. Pertumbuhan miselium jamur *Trichoderma* sp. membelit sepanjang hifa jamur inangnya. Penetrasi pada miselia inang bisa terjadi atau tidak, tetapi hifa yang peka akan terjadi vakuolasi, rusak dan akhirnya hancur. Dilaporkan pula bahwa *T. harzianum* dan *T. hamatum* pada saat memparasit *R. solani* dan *S. rolfii* menghasilkan enzim β -(1-3)-glucanase dan khitinase yang menyebabkan eksolisis terhadap hifa inangnya, tetapi tidak terjadi antibiosis (Cook dan Baker, 1983).

2.4 Jamur *Fusarium* sp.

Penyakit layu *Fusarium* merupakan penyakit pembuluh pada tanaman yang disebabkan oleh jamur tular tanah *Fusarium*. Jamur ini dapat ditemukan di sebagian besar daerah dan dapat menginfeksi berbagai jenis tanaman. Meskipun kultivar tahan layu tersedia, resistensi sering terjadi dengan ras baru patogen yang muncul sebagai respon terhadap varietas baru tanaman (El-Komy *et al.*, 2015). Umumnya tanaman yang terserang layu *Fusarium* akan mati sehingga mengakibatkan kehilangan hasil panen. Jamur ini mudah berkembang biak dan mudah menyebar dari tanaman satu ke tanaman yang lainnya. Penyakit ini sering dijumpai pada tanaman muda maupun dewasa.

Morfologi dari *F. oxysporum* yaitu memiliki struktur yang terdiri dari mikronidia dan makronidia. Permukaan koloninya berwarna ungu, tepinya bergerigi, permukaannya kasar berserabut dan bergelombang. Di alam, jamur ini membentuk konidium.

Konidiofor bercabang-cabang dan makro konidium berbentuk sabit, bertangkai kecil, sering kali berpasangan. Miselium terutama terdapat di dalam sel khususnya di dalam pembuluh, juga membentuk miselium yang terdapat di antara sel-sel, yaitu di dalam kulit dan di jaringan parenkim di dekat terjadinya infeksi. *Fusarium oxysporum* adalah fungi aseksual yang menghasilkan tiga spora yaitu mikronidia, makronidia, dan klamidospora. Mikronidia adalah spora dengan satu atau dua sel yang dihasilkan *Fusarium* pada semua kondisi dan dapat menginfeksi tanaman. Makronidia adalah fungi dengan tiga sampai lima sel biasanya ditemukan pada permukaan.

Klamidospora adalah spora dengan sel selain diatas, dan pada waktu dorman dapat menginfeksi tanaman, sporanya dapat tumbuh di air (Damayanti,2009).

2.5 Molase

Molase merupakan produk sampingan hasil pemutihan gula yang diketahui mengandung nutrisi yang cukup tinggi untuk kebutuhan bakteri, sehingga dijadikan bahan alternatif sebagai sumber karbon dalam media fermentasi. Menurut Kusmiati

dkk. (2007), molase berwujud cairan kental dengan warna yang gelap. Molase mengandung sebagian besar gula, asam amino dan mineral. Sukrosa yang terdapat dalam tetes bervariasi antara 25– 40 %, dan kadar gula reduksinya 12-35 %. Menurut Hindersah dkk. (2015), penggunaan molase sebagai bahan pembuat media cair telah banyak dimanfaatkan untuk memperbanyak bakteri seperti *A. vinelandii*, *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum* sp., dan *Penicillium* sp. Menurut Ikhsan dan Ariani (2017), jamur belum mampu memanfaatkan molase pada tahap awal pertumbuhan miselium karena molase belum menyatu dengan media. Jika molase telah menyatu dengan media maka molase akan memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan miselium awal. Hal ini disebabkan karena molase mengandung gula sederhana yang mudah untuk dimanfaatkan jamur pada awal pertumbuhannya.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan Jurusan Proteksi Tanaman dan Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian dilaksanakan dari Juli hingga Desember 2025.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jarum ose, bor gabus, bunsen, *microwave*, *autoclave*, erlenmeyer, cawan petri, *Laminar Air Flow* (LAF). Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain molase, isolat jamur *Trichoderma* sp, isolat jamur *Fusarium* sp. media *Potato Dextrose Agar* (PDA), alkohol 70%, aquades, spirtus, alumunium foil, plastik wrap, *tissue*, dan plastik tahan panas.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Persiapan Penelitian

3.3.1.1 Sterilisasi Alat dan Bahan

Sebelum alat dan bahan digunakan, sebaiknya dibersihkan terlebih dahulu, lalu dibungkus dengan menggunakan kertas dan dimasukkan ke dalam plastik tahan panas. Kemudian tutup dengan rapat plastik tersebut menggunakan karet gelang, lalu disterilisasi menggunakan *autoclave* pada suhu 121⁰ C selama 15 menit.

3.3.1.2 Pembuatan Media PDA

Media PDA dibuat dengan bahan yang terdiri dari 200 g kentang, 20 g *dextrose*, 20 g agar batang, dan 1000 mL aquades. Langkah-langkah pembuatan media PDA ialah kentang yang telah disiapkan kemudian dikupas, dibersihkan, dipotong-potong dengan membentuk dadu kecil sebanyak 200 g, lalu dimasukkan ke dalam gelas beaker dan ditambahkan aquades sebanyak 1000 mL, kemudian rebus menggunakan *microwave* hingga mendidih untuk mendapatkan ekstrak kentang. lalu ekstrak kentang tersebut yang telah mendidih kemudian disaring dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang telah berisi 20 g agar batang dan 20 g *dextrose*, lalu dipanaskan hingga homogen. Selanjutnya media PDA ini disterilkan dengan menggunakan autoclave pada suhu 121⁰ C selama 15 menit. Media PDA yang telah steril, dituang ke dalam cawan petri dan didiamkan hingga memadat.

3.3.1.3 Isolasi dan Peremajaan Isolat *Trichoderma* sp.

Sampel *Trichoderma* sp. diambil dari tanaman yang sehat yang berada di lahan jagung yang berada di Kecamatan Rajabasa. *Trichoderma* sp. diisolasi dari akar tanaman jagung. Isolasi tersebut dilakukan dengan cara memotong akar tanaman dengan ukuran 1-2 cm. Potongan akar didesinfeksi dengan larutan klorok selama 1-2 menit. Perendaman menggunakan air klorok bertujuan agar sampel akar jagung tersebut bebas dari berbagai jenis mikroba. Selanjutnya sampel akar tanaman jagung tersebut direndam kembali dengan aquades selama 30 detik, lalu ditiriskan menggunakan tissue, kemudian diletakkan pada media PDA yang telah disiapkan. Setiap satu cawan media PDA diberi tiga potong sampel akar jagung. Setelah itu diinkubasi selama 2-3 hari hingga diperoleh isolat *Trichoderma* sp. Setelah diperoleh isolat *Trichoderma* sp. koloni jamur yang tumbuh pada media PDA dimurnikan dengan mengambil sebanyak satu biakan, lalu dipindahkan ke media PDA yang baru. Setelah 1 minggu koloni akan tumbuh tampak berwarna hijau kebiruan dan memenuhi permukaan cawan.

3.3.1.4 Peremejaan Isolat Jamur *Fusarium* sp.

Jamur *Fusarium* sp. merupakan koleksi dari Laboratorium Bioteknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Sebelum digunakan, jamur *F. oxysporum* diremajakan dan diperbanyak pada media PDA.

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

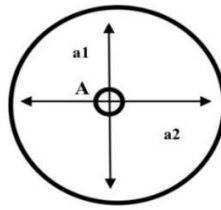
Terdapat dua percobaan yang dilakukan, yaitu (1) pengaruh molase terhadap *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp. dan (2) pengaruh kombinasi konsentrasi molase dan *Trichoderma* sp. terhadap *Fusarium* sp.

3.3.2.1 Pengaruh Molase terhadap *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp.

Persiapan percobaan diawali dengan menyiapkan molase dengan konsentrasi 3% dan isolat jamur *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp. Pembuatan molase dengan konsentrasi 3% dilakukan dengan menyiapkan media PDA sebanyak 100 mL kemudian media tersebut dikurangi sebanyak 3 mL. Pada media yang tersisa ditambahkan sebanyak 3 mL molase kemudian dihomogenkan. Sedangkan isolat jamur *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp. didapatkan dari hasil peremajaan yang telah dilakukan.

3.3.2.1.1 Uji Pertumbuhan Koloni Jamur *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp.

Uji pertumbuhan *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp. dilakukan bertujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuh pada media PDA yang mengandung molase. Caranya yaitu dengan meletakkan satu potongan dengan diameter 0,7 cm biakan murni jamur *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp. berumur 7 hari pada bagian tengah cawan petri yang berisi media PDA. Pengamatan pertumbuhan koloni dilakukan setiap hari selama 7 hari dengan mengukur diameter jamur pada cawan petri secara vertikal (a1) dan horizontal (a2) (Gambar 1) kemudian dirata-ratakan.



Gambar 1. Cara pengukuran pertumbuhan diameter koloni jamur.

Selanjutnya, diameter jamur *Trichoderma* sp. dan *Fusarium* sp. dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini:

$$A = \frac{a1 + a2}{2}$$

Keterangan :

A = Diameter koloni jamur (cm)

a1 = Diameter vertikal koloni jamur (cm)

a2 = Diameter horizontal koloni jamur (cm)

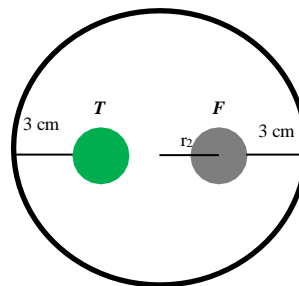
3.3.2.2 Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Molase dan *Trichoderma* sp. terhadap *Fusarium* sp.

3.3.2.2.1 Pembuatan Konsentrasi Molase

Persiapan percobaan diawali dengan menyiapkan media PDA yang telah dicampurkan molase dengan 5 konsentrasi berbeda, yaitu konsentrasi 1-5%. Pembuatan media diawali dengan menyiapkan media PDA sebanyak 100 mL. Kemudian masing-masing dikurangi sebanyak konsentrasi molase yang akan digunakan. Misalnya untuk konsentrasi 1% media PDA dikurangi 1 mL dan ditambahkan 1 mL molase, untuk konsentrasi 2% media PDA dikurangi 2 mL lalu ditambahkan 2 mL molase, demikian seterusnya sampai diperoleh konsentrasi 5%. Selanjutnya setiap konsentrasi molase yang digunakan dimasukkan ke dalam botol yang berisi media tersebut menggunakan mikropipet dan dihomogenkan dengan cara digoyang secara perlahan. Setelah homogen media kemudian dituang ke dalam cawan petri dan ditunggu sampai memadat.

3.3.2.2 Uji Antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap *Fusarium* sp.

Uji antagonisme dilakukan dengan metode kultur ganda (*dual culture*), dengan media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Pengujian antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap *Fusarium* sp. dilakukan dengan cara meletakkan potongan berdiameter 0,7 cm biakan *Fusarium* sp. dan biakan jamur *Trichoderma* sp. dalam cawan petri dengan jarak 3 cm dari tepi cawan petri berdiameter 9 cm. Uji antagonisme ini menggunakan 4 ulangan. Kemudian semua biakan diinkubasikan selama 7 hari dan diamati pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. di dalam cawan petri. Cara pengukuran jari-jari *Fusarium* sp. yang menjauhi *Trichoderma* sp. (r_1) dan yang mendekati *Trichoderma* sp. (r_2) seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema uji antagonisme *Trichoderma* sp. (T) terhadap *Fusarium* sp. (F) secara *in vitro*.

Perhitungan persentase penghambatan pada uji antagonis dilakukan dengan menggunakan rumus menurut Fokema (1973) dalam Skidmore (1976) sebagai berikut :

$$\text{Persentase penghambatan} = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \times 100\%$$

Keterangan:

r_1 = jari-jari *Fusarium* sp. yang mendekati *Trichoderma* sp. (cm)

r_2 = jari-jari *Fusarium* sp. yang menjauhi *Trichoderma* sp. (cm)

T = isolat *Trichoderma* sp., dan

F = isolat *Fusarium* sp.

3.4 Analisis Data

Data pengamatan pada percobaan 1 diuji dengan uji t dan disajikan dalam tabel dan grafik. Pada percobaan 2, homogenitas ragam antar perlakuan diuji menggunakan uji Barlett dan uji aditivitas data dengan uji Tukey. Setelah asumsi terpenuhi, data diolah menggunakan analisis ragam, kemudian perbandingan data antar variabel menggunakan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Pengolahan data statistik dilakukan dengan menggunakan software *Statistical Analysis System* (SAS) 9.1.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penambahan molase 3% tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan *Trichoderma* sp. tetapi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan *Fusarium* sp., dan
2. Perbedaan konsentrasi molase (0-5%) tidak meningkatkan aktivitas antagonistik *Trichoderma* sp. terhadap *Fusarium* sp. secara nyata pada kondisi percobaan ini.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan rentang konsentrasi molase yang lebih luas, media uji yang berbeda, serta parameter tambahan untuk mengetahui peran molase secara lebih jelas terhadap pertumbuhan dan kemampuan antagonistik *Trichoderma* sp. terhadap *Fusarium* sp.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, K., Rahmiati., dan Ida, F. 2020. Isolasi dan uji antagonis *Trichoderma* terhadap *Fusarium oxysporum* secara *in vitro*. *Jurnal Biosains*. 6(1): 18-22.
- Arwiyanto, T. 2003. Pengendalian hayati penyakit layu bakteri tembakau. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 3(1): 54-60.
- Cook, R. J. dan Baker, K. F. 1983. *The nature and practice of biological control of plant pathogens*. The American Phytopathological Society. St. Pul Minnesota.
- Damayanti. 2009. *Pemanfaatan tepung cacing (Lumbricus rubellus) sebagai agen anti-pollorum dalam imbuhan pakan ayam boiler*. Universitas Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Dwiastuti, M. E., Fajri, M. N., dan Yunimar. 2015. Potensi *Trichoderma* sp. sebagai agen pengendali *Fusarium* sp. penyebab penyakit layu pada tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa* Dutch.). *Jurnal Hortikultura*, 25(40): 331-339.
- El-Komy, M. H., Saleh, A. A., Eranthodi, A., and Molan, Y. Y. 2015. Characterization of novel *Trichoderma asperellum* isolates to select effective biocontrol agents against tomato *Fusarium* wilt. *The Plant Pathology Journal*. 31(1): 50-60.
- Fifendy, M., Eldini., dan Irdawati. 2013. Pengaruh pemanfaatan molase terhadap jumlah mikroba dan ketebalan nata pada the kombucha. *Prosiding Semirata FMIPA*. Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang.
- Gusnawaty, H.S., Taufik, M., Triana, L., dan Asniah. 2014. Karakterisasi morfologi *Trichoderma* spp. indigenus Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agroteknos*. 4(2): 88-94.
- Herlina, N. dan Dwiastuti, R. 2021. Pengaruh rasio C/N terhadap pertumbuhan mikroorganisme tanah. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*. 23(1): 15-24.

- Hermiati, E., Djumali, M., Titi, C.S., Ono, S. dan Bambang, P. 2010. Pemanfaatan biomassa lignoselulosa ampas tebu untuk produksi bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(4): 121-130.
- Hindersah, R., Rumahlewang, W., Puttinela, J., Talahaturuson, A., dan Kalay, A. M. 2015. Optimasi inokulan cair *Trichoderma harzianum* berbasis molase. *Jurnal Ilmu Budidaya Tanaman*. 4(2): 60-118.
- Ikhsan, M. dan Ariani, E. 2017. Pengaruh molase terhadap pertumbuhan dan hasil jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) pada media serbuk kayu mahang dan sekam padi. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian*. 1(2): 1-13.
- Jiang, H., Zhang, L., Zhang, J., Ojaghian, M.R., and Hyde, K.D. 2016. Antagonistic interaction between *T. asperellum* and *Phytophthora capsici* *in vitro*. *Journal of Zhejiang University--Science B (Biomedicine and Biotechnology)*. 17(4): 1-8.
- Kumar, K., Amaresan, N., Bhagat, S., Madhuri, K. dan Srivastava, R. C. 2012. Isolation and characterization of *Trichoderma* spp. for antagonistic activity against root rot and foliar pathogens. *Indian Journal Microbiology*, 52(2): 137-144.
- Kusmiati, T. S. R., Eddy, J, dan Ria, I. 2007. Produksi glukon dari dua galur *Agrobacterium* sp. pada media mengandung kombinasi molase dan urasil. *Biodiversitas*. 8(1): 123-129.
- Mahrus, A. 2014. Pengaruh penambahan molase pada media F3 terhadap pertumbuhan jamur kuping hitam (*Auricularia polytrica*). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Miftah, D. S. dan Adi, O. R. H. 2023. Pelatihan perbanyakan *Trichoderma* sp. lokal sebagai agen hayati di Desa Palanuan Kecamatan Sukahaji Kabupaten Majalengka. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 4(2): 1022-1027.
- Papavizas, G. C. 1985. *Trichoderma* and *gliocladium*: biology, ecology and potential for biocontrol. *Phytopathology*, 23: 23-54.
- Pardede, E. N., Wirya, G. N. A. dan Khalimi, K. 2022. Efektivitas *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. untuk pengendalian penyakit busuk batang (*Fusarium oxysporum*) pada tanaman vanili (*Vanilla planifolia*). *Journal on Agriculture Science*, 12(1): 63-75.
- Purwantisari, S. dan Hastuti, R. H. 2009. Uji antagonis jamur *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal. *Jurnal Bioma*, 11(1): 24-32.

- Rifa'i, M. A. 1969. *A revision of the genus Trichoderma*. Commonwealth Mycological Institut Kew. England.
- Rochani, A., Yuningsih, S., dan Ma'sum, Z. 2015. Pengaruh konsentrasi gula larutan terhadap kadar etanol pada proses fermentasi. *Jurnal Raka Buana*. 1(1): 43-48.
- Sasongko, S., Puspitasari, E. dan Hidayat, A. 2018. Pengaruh detoksifikasi molase terhadap pertumbuhan mikroba fermentatif. *Jurnal Sains Terapan*. 8(1): 33-40.
- Skidmore, A. M. 1976. *Interaction in relation to biological control of plant pathogen*. Academic Press. New York.
- Sreedevi, B., Devi, M. C. and Saigopal, D. V. R. 2011. Induction of defense enzymes in *Trichoderma harzianum* treated groundnut plants against *Macrophomina phaseolina*. *Biological Control*. 25(1): 33-39.
- Suwahyono, U. 2017. Pemanfaatan sumber karbon terhadap pertumbuhan mikroba antagonis. *Jurnal Agritech*. 37(2): 65-72.
- Talanca, A. H., Soenartiningih., dan Wakman W., 1998. Daya hambat jamur *Trichoderma* spp. pada beberapa jenis jamur patogen. *Risalah Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan XI PEI, PFI dan HPTI Sul-sel, Maros*:317-322.
- Tran, N. H. 2010. Using *Trichoderma* species for biological control of plant pathogens in Vietnam. *Journal ISSAAS*. 1(16): 17-21.
- Yedidia, I., Benhamou, N., and Chet, I. 1999. Induction of defense responses in cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) by the biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. *Applied and Environmental Microbiology*. 65(3): 1061-1070.
- Yulistia, G., Titik, N. A., Joko, P. dan Hasriadi, M. A. 2024. Pengaruh aplikasi formulasi cair *Trichoderma* sp. dalam media molase terhadap perkembangan penyakit bulai dan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.). *jurnal Agro Tropika*. 12(2): 226-232.